

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

0649-0104P
10/627,742
July 28, 2003
Y. AOTSUKA
BSKB
703-205-8000

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年 9月 5日
Date of Application:

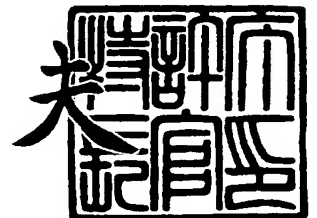
出願番号 特願2002-260163
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2002-260163]

出願人 富士フイルムマイクロデバイス株式会社
Applicant(s): 富士写真フイルム株式会社

2003年 8月27日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3069821

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-42093

【提出日】 平成14年 9月 5日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 9/07

【発明者】

【住所又は居所】 宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地 富士フイルム
マイクロデバイス株式会社内

【氏名】 青塚 康夫

【特許出願人】

【識別番号】 391051588

【氏名又は名称】 富士フイルムマイクロデバイス株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100105647

【弁理士】

【氏名又は名称】 小栗 昌平

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100105474

【弁理士】

【氏名又は名称】 本多 弘徳

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100108589

【弁理士】

【氏名又は名称】 市川 利光

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100115107

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 猛

【電話番号】 03-5561-3990

【選任した代理人】

【識別番号】 100105647

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗宇 百合子

【電話番号】 03-5561-3990

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 092740

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0003489

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 デジタルカメラ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被写体のカラー画像を撮像するカラー画像撮像手段と、該カラー画像撮像手段から出力される色信号を輝度信号と色差信号とに分離し該色差信号に対して色差マトリクスを乗算して色調補正を行う信号処理手段とを備えるデジタルカメラにおいて、撮影光源が太陽光のときの色差マトリクスと太陽光以外の特定期光源のときの色差マトリクスとを用意し撮影時の光源が太陽光であるか前記特定期光源であるかによって前記色差マトリクスを切り替えて前記色調補正を行う色差マトリクスの切替手段を設けたことを特徴とするデジタルカメラ。

【請求項 2】 前記特定期光源が F 6 光源であることを特徴とする請求項 1 に記載のデジタルカメラ。

【請求項 3】 前記特定期光源が F 1 2 光源であることを特徴とする請求項 1 に記載のデジタルカメラ。

【請求項 4】 前記特定期光源が F 6 光源と F 1 2 光源であり、前記特定期光源のときの色差マトリクスとして F 6 光源用と F 1 2 光源用の夫々の色差マトリクスを用意し、前記切替手段は、前記特定期光源が F 6 光源であるか F 1 2 光源であるかによって色差マトリクスを切り替えて色調補正を行うことを特徴とする請求項 1 に記載のデジタルカメラ。

【請求項 5】 光源種識別センサを備え、前記切替手段は、前記光源種識別センサの検出結果により自動的に色差マトリクスの自動切り替えを行うことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 のいずれかに記載のデジタルカメラ。

【請求項 6】 前記光源種識別センサは、前記カラー画像撮像手段に一体に組み込まれていることを特徴とする請求項 5 に記載のデジタルカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は CCD や CMOS センサ等のカラー画像撮像用固体撮像素子を搭載したデジタルカメラに係り、特に、感度が高く撮影光源種によらず色再現性の優れた

たデジタルカメラに関する。

【0002】

【従来の技術】

図15は、例えば特開平10-136391号公報に記載されている従来の固体撮像素子の平面図である。この固体撮像素子は、所謂、ハニカム画素配置と呼ばれ、多数の緑（G）の色フィルタを持つフォトダイオードが縦横に所定間隔で配置され、その各行、各列の各フォトダイオードに対して、1/2ピッチづつずらした位置に、青（B）と赤（R）の各色フィルタを持つフォトダイオードが交互に配置される構造となっている。図示する例では、「R」「G」「B」と記載された8角形の枠が夫々赤、緑、青の色フィルタを示し、対応するフォトダイオードは、その下側（紙面の下側）に配置される。より正確には、8角形の枠がフォトダイオードの形を表し、赤、緑、青の色フィルタは、8角形の枠より大きなサイズ（例えば8角形や4角形）で設けられる。

【0003】

光が各色フィルタを通して入射することで各フォトダイオードに蓄積された信号電荷は、矢印aに示す様に各フォトダイオードの脇に形成されている垂直転送路60に読み出され、この信号電荷は、矢印bに示す様に垂直転送路60に沿って転送されて水平転送路61に至り、今度は矢印cに示す様に水平転送路61に沿って転送され、固体撮像素子から読み出される。各画素（フォトダイオード）から読み出される信号電荷量は、各フォトダイオードの受光光量に応じた値となる。

【0004】

この様に、固体撮像素子の各フォトダイオードの表面には色フィルタが重ねて設けられるが、この色フィルタは、例えば顔料や染料を用いて製造される。図16は、従来の各色フィルタを設けたフォトダイオードの分光感度、但し、赤外線カットフィルタやカメラのレンズ等を組み合わせた分光感度を示し、各色フィルタR、G、Bは夫々赤色、緑色、青色に相当する波長の光を透過し、それ以外の波長の光をカットする様になっている。例えば、従来の赤色フィルタRは、図16に示すように、波長580nm以上の光を透過し、それより低い波長の光は一

律にカットする様に製造されている。

【0 0 0 5】

このような固体撮像素子を搭載したデジタルカメラでは、固体撮像素子の感度を高めるために、図 1 6 に破線で示す特性線 G' や特性線 R' の様に、緑色の分光感度を長波長側にブロード化し、また、赤色の分光感度を短波長側にブロード化するのが有効である。

【0 0 0 6】

【特許文献 1】

特開平 1 0 - 1 3 6 3 9 1 号公報

【0 0 0 7】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、固体撮像素子の感度を上げるために、R や G の分光感度をブロード化するのが有効である。しかしその一方で、R や G の分光感度をブロード化すると、色が汚くなり色の再現性が低下してしまうという問題がある。

【0 0 0 8】

特に、F 6 光源（普通型白色蛍光灯）のもとで人間の肌色を撮像した場合、G の分光感度を長波長側にブロード化していると、肌色が黄緑（Y G）味になってしまい、好ましくない。図 1 7 に示す様に、F 6 光源からの放射エネルギーが 5 8 0 n m 付近に偏っていることが大きな原因であり、G の分光感度がブロード化されてこの波長域にかかっている程、肌色は Y G 味が強くなる。また、F 1 2 光源（3 波長型電球色蛍光灯）においても、その赤色光領域での放射ピーク（約 6 1 0 n m）に G の感度がかかっている程、肌色が Y G 味になってしまう。

【0 0 0 9】

具体的には、G のピーク感度を“1 0 0”としたときに 6 0 0 n m での感度が“1 0”以上となる様に G の分光感度を長波長側にブロード化すると、肌色の Y G 味が強くなる。また、R のピーク感度を“1 0 0”としたときに 5 7 5 n m での R の感度が“1 0”以上となる様に R の分光感度を短波長側にブロード化すると、F 6 光源下での肌色が Y G 味になってしまう。

【0 0 1 0】

このため、従来のデジタルカメラでは、RやGの分光感度をあまりブロード化することができず、デジタルカメラの感度を上げることができないという問題がある。

【0011】

本発明の目的は、感度が高く、しかも肌色の色再現性に優れたデジタルカメラを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するデジタルカメラは、被写体のカラー画像を撮像するカラー画像撮像手段と、該カラー画像撮像手段から出力される色信号を輝度信号と色差信号とに分離し該色差信号に対して色差マトリクスを乗算して色調補正を行う信号処理手段とを備えるデジタルカメラにおいて、撮影光源が太陽光のときの色差マトリクスと太陽光以外の特定光源のときの色差マトリクスとを用意し撮影時の光源が太陽光であるか前記特定光源であるかによって前記色差マトリクスを切り替えて前記色調補正を行う色差マトリクスの切替手段を設けたことを特徴とする。

【0013】

この構成により、光源種別に依存せずに色の再現性が良好となり、綺麗な色の画像を撮像することが可能となる。

【0014】

好適には、前記特定光源がF6光源であることを特徴とする。この構成により、F6光源下での撮像画像の良好な色再現性と、カメラ感度の高感度化の両方が達成できる。

【0015】

更に好適には、前記特定光源がF12光源であることを特徴とする。この構成により、F12光源下での撮像画像の良好な色再現性と、カメラ感度の高感度化の両方が達成できる。

【0016】

更に好適には、前記特定光源がF6光源とF12光源であり、前記特定光源の

ときの色差マトリクスとして F 6 光源用と F 1 2 光源用の夫々の色差マトリクスを用意し、前記切替手段は、前記特定光源が F 6 光源であるか F 1 2 光源であるかによって色差マトリクスを切り替えて色調補正を行うことを特徴とする。

【0017】

この構成により、特定光源が F 6 光源であっても F 1 2 光源であっても、色の再現性が良く、しかも、カメラ感度の高感度化も図れる。

【0018】

更に好適には、光源種識別センサを備え、前記切替手段は、前記光源種識別センサの検出結果により自動的に色差マトリクスの自動切り替えを行うことを特徴とする。

【0019】

この構成により、高精度に光源種別の判定が可能となり、良好なカラー画像の撮像を行うことが可能となる。

【0020】

更に好適には、前記光源種識別センサは、前記カラー画像撮像手段に一体に組み込まれていることを特徴とする。この構成により、部品点数を減らすことができ、デジタルカメラの低価格化を図ることが可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の一実施形態について、図面を参照して説明する。

【0022】

（第 1 実施形態）

図 1 は、本発明の第 1 実施形態に係るデジタルスチルカメラの構成図である。この実施形態ではデジタルスチルカメラを例にしているが、デジタルビデオカメラ、カメラ付携帯電話機等の他の種類のデジタルカメラにも本発明を適用可能である。

【0023】

図 1 に示すデジタルスチルカメラは、撮影レンズ 10 と、固体撮像素子 11 と、この両者の間に設けられた絞り 12 と、赤外線カットフィルタ 13 と、光学ロ

ーパスフィルタ 14 とを備える。デジタルスチルカメラの全体を制御する CPU 15 は、フラッシュ用の発光部 16 及び受光部 17 を制御し、また、レンズ駆動部 18 を制御して撮影レンズ 10 の位置をフォーカス位置に調整し、絞り駆動部 19 を介し絞り 12 の開口量を制御して露光量が適正露光量となるように調整する。

【0024】

また、CPU 15 は、撮像素子駆動部 20 を介して固体撮像素子 11 を駆動し、撮影レンズ 10 を通して撮像した被写体画像を色信号として出力させる。また、CPU 15 には、操作部 21 を通してユーザの指示信号が入力され、CPU 15 はこの指示に従って各種制御を行う。固体撮像素子 11 は、ハニカム画素配置の CCD やベイヤー方式の CCD、あるいは CMOS センサである。

【0025】

デジタルスチルカメラの電気制御系は、固体撮像素子 11 の出力に接続されたアナログ信号処理部 22 と、このアナログ信号処理部 22 から出力された RGB の色信号をデジタル信号に変換する A/D 変換回路 23 とを備え、これらは CPU 15 によって制御される。

【0026】

更に、このデジタルスチルカメラの電気制御系は、メインメモリ 24 に接続されたメモリ制御部 25 と、詳細は後述するデジタル信号処理部 26 と、撮像画像を JPEG 画像に圧縮したり圧縮画像を伸張したりする圧縮伸張処理部 27 と、固体撮像素子 11 から出力されデジタルデータに変換された画像データを R、G、B 毎に積算し各積算値をデジタル信号処理部 26 に出力する積算部 28 と、着脱自在の記録媒体 29 が接続される外部メモリ制御部 30 と、カメラ背面等に搭載された液晶表示部 31 が接続される表示制御部 32 とを備え、これらは、制御バス 33 及びデータバス 34 によって相互に接続され、CPU 15 からの指令によって制御される。

【0027】

図 1 に示すデジタル信号処理部 26 や、アナログ信号処理部 22、A/D 変換回路 23 等は、これを夫々別回路としてデジタルスチルカメラに搭載することも

できるが、これらを固体撮像素子 11 と同一半導体基板上に L S I 製造技術を用いて製造し、1つの固体撮像装置とするのがよい。

【0028】

図2は、図1に示すデジタル信号処理部26の詳細構成図である。このデジタル信号処理部26は、ハードウェア回路で構成しても、ソフトウェアにて構成することも可能である。

【0029】

図示する例のデジタル信号処理部26は、図1に示す積算部28の出力データを取り込んでホワイトバランス調整用のゲイン値を算出するホワイトバランスゲイン算出回路40と、A/D変換回路23から出力されるR、G、Bの各色の画像信号を取り込んでオフセット処理を行うオフセット補正回路41と、オフセット補正回路41の出力信号を取り込んでホワイトバランス調整をゲイン算出回路40で算出されたゲイン値を用いて行うゲイン補正回路42と、ゲイン補正回路42から出力される信号に対して所定の γ 値を用いガンマ補正を行うガンマ補正回路43とを備える。

【0030】

デジタル信号処理部26は更に、ガンマ補正回路43から出力されるRGBの色信号を補間演算して各画素位置におけるRGB3色の信号を求めるRGB補間演算部44と、RGB補間演算後のRGB信号から輝度信号Yと色差信号Cr、Cbとを求めるRGB/YC変換回路45と、輝度信号Yと色差信号Cr、Cbからノイズを低減するノイズフィルタ46と、ノイズ低減後の輝度信号Yに対して輪郭補正を行う輪郭補正回路47と、ノイズ低減後の色差信号Cr、Cbに対して色差マトリクス(C-MTX)を乗算して色調補正を行う色差マトリクス回路48と、積算部28から出力される積算値を取り込んで光源種別を判定し色差マトリクス回路48に色差マトリクス選択信号を出力する光源種別判定回路49とを備える。

【0031】

RGB補間演算部44は、固体撮像素子11が3板式の撮像素子であれば不要であるが、本実施形態で使用する固体撮像素子11は単板式の固体撮像素子であ

り、各画素からは、R、G、Bのうちの一色の信号しか出力されないため、出力しない色、即ち、Rを出力する画素では、この画素位置においてG、Bの色信号がどの程度になるかを、周りの画素のG、B信号から補間演算により求めるものである。

【0032】

光源種別判定回路49は、固体撮像素子11で撮像した一画面を例えば $8 \times 8 = 64$ の領域に分割し、各分割領域における信号電荷の ΣR 、 ΣG 、 ΣB の値を積算値から求め、 $\Sigma R / \Sigma G$ のデータと $\Sigma B / \Sigma G$ のデータの組を求め、これら64組のデータをR/G軸とB/G軸で張る二次元空間にプロットし、その分布の形状から撮影光源種を検出する。

【0033】

色差マトリクス回路48には、光源対応の色差マトリクスが複数種類設けられており、光源種別判定回路49が求めた光源種別に応じて使用する色差マトリクスを切り替え、この切り替え後の色差マトリクス(C-MTX)を、入力してくる色差信号 C_r 、 C_b に、次の数1に示す様に乗算し、色調補正された色差信号 C_r' 、 C_b' を出力する。

【0034】

【数1】

$$[C-MTX] = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \text{ のとき}$$

$$\begin{pmatrix} C_r' \\ C_b' \end{pmatrix} = [C-MTX] \times \begin{pmatrix} C_r \\ C_b \end{pmatrix}$$

C_r, C_r', C_b, C_b' は-128～+127の値(8bitの場合)をとる。

【0035】

図3は、このデジタルスチルカメラにおける各色R、G、Bの分光感度を示すグラフである。緑色の分光感度としては、G1とG2の2種類を用意し、R、G1、Bの固体撮像素子と、R、G2、Bの固体撮像素子を用いて比較している。緑色のピーク感度を“100”としたときの600nmでの感度は、G1で“1

0”、G 2で“2 7”である。トータルのG感度としては、G 2はG 1に対して約2 4 %アップしている。

【0 0 3 6】

R, G 1, Bの分光感度を持つデジタルスチルカメラで、太陽光 (D 6 5) の下での撮影で色再現性が良好になるように色差マトリクス (C—MTX) を最適化して求めた色差マトリクス (C—MTX (G 1)) が次の数2である。

【0 0 3 7】

【数2】

$$[C-MTX(G1)] = \begin{pmatrix} 1.61 & 0.18 \\ 0.22 & 1.97 \end{pmatrix}$$

【0 0 3 8】

この色差マトリクスC—MTX (G 1) のまま、各種光源 (D 7 5, D 6 5, D 5 0, A光源 (タングステン), F 6 光源, 3 波長型昼光色蛍光灯, F 1 2 光源) で撮影したときの肌の色の撮影光源依存性 (色相角差) を、図4に三角印で示す。

【0 0 3 9】

また、R, G 2, Bの分光感度を持つデジタルスチルカメラで、太陽光 (D 6 5) の下での撮影で色再現性が良好になるように色差マトリクス (C—MTX) を最適化して求めた色差マトリクス (C—MTX (G 2)) が次の数3である。

【0 0 4 0】

【数3】

$$[C-MTX(G2)] = \begin{pmatrix} 1.68 & 0.16 \\ 0.25 & 1.91 \end{pmatrix}$$

【0 0 4 1】

この色差マトリクスC—MTX (G 2) のまま、各種光源 (D 7 5, D 6 5, D 5 0, A光源 (タングステン), F 6 光源, 3 波長型昼光色蛍光灯, F 1 2 光源) で撮影したときの肌の色の撮影光源依存性 (色相角差) を、図4に×印で示す

。

【0042】

分光感度 G 1 に対して分光感度 G 2 は更に長波長側にブロード化され、カメラとしてはかなり高感度になっているが、図 4 に示す様に、特に、F 6 光源と F 1 2 光源で、肌色の色相角差が大きくなっており、色相が Y G 味になっていることが分かる。

【0043】

そこで、本実施形態では、図 4 に鑑み、光源種を、F 6 光源と、F 1 2 光源と、それ以外の光源の 3 種類に分け、この 3 種類に対応して 3 つの色差マトリクスを次の表 1 の様に用意する。

【0044】

【表 1】

C-MTX(G2の場合)					
D65およびその他 (F6, F12以外)の光源		F6		F12	
1.68	0.16	1.87	-0.01	1.65	-0.13
0.25	1.91	0.18	1.81	0.21	1.74

【0045】

そして、図 2 の光源種判定回路 4 9 が 3 種類の光源種を判別し、光源種に対応した色差マトリクスを使用する様に色差マトリクス回路 4 8 に選択信号を出力して、色差マトリクスを切り替える構成としている。

【0046】

本実施形態に係るデジタルスチルカメラでは、色差マトリクスを光源種毎に設ける構成としたため、R、G 2、B の分光感度を持つ固体撮像素子を用いてカメラを高感度にしても、図 4 に○印で示す様に、いずれの光源種であっても、肌色の色相角差が小さくなり、良好な色再現性を実現することが可能となる。

【0047】

また、次の表 2 は、D 6 5、F 6、F 1 2 の各光源下における撮影時の一般色の色相再現忠実度を示し、色差マトリクスを固定した場合と切り替えた場合を比較している。この表 2 から分かる通り、F 6 光源、F 1 2 光源の両方とも、D

6 5 光源に最適化した色差マトリクスで色調補正を行うよりも、色差マトリクスを切り替える方が色再現性の忠実度が良いことが判る。

【 0 0 4 8 】

【表 2】

G2およびG2/CMTX切替の一般色再現性
約210色の一般色の平均色相差(被写体色との色相の差の平均)

	D65	F6	F12
CMTX固定	2.88	6.35	6.23
CMTX切替	2.88	3.99	3.73

【 0 0 4 9 】

(第 2 実施形態)

図 5 は、本発明の第 2 実施形態に係るデジタルスチルカメラの緑色 (G) に対する分光感度を示すグラフである。この実施形態では、分光感度 G 3 と、これを長波長側にブロード化した分光感度 G 4 の 2 種類を作成した。G 3, G 4 は、図 3 の分光感度 G 1, G 2 に対して、短波長側の特性線の立ち上がり特性を改善しており、R と B の分光感度は、図 1 と同じであり、図 5 では図示を省略している。

【 0 0 5 0 】

ピーク感度を “1 0 0” としたとき、6 0 0 nm での感度は、G 3 で “1 0”、G 4 で “3 1” であり、トータルの G 感度としては、G 4 は G 3 に対して約 2 7 % アップしている。

【 0 0 5 1 】

この分光感度にて、太陽光 (D 6 5) 撮影での色再現性が良好になるようにそれぞれ色差マトリクス C—M T X を最適化し、この C—M T X 固定にて、各種光源 (D 7 5, D 6 5, D 5 0, A 光源 (タングステン), F 6 光源, 3 波長型昼光色蛍光灯, F 1 2 光源) で撮影したときの肌の色の撮影光源依存性 (色相角差) を調べた結果が図 6 の三角印と × 印である。

【 0 0 5 2 】

この図 6 によれば、分光感度を長波長側に更にブロード化してトータルの G 感度をアップさせた G 4 では、F 6 光源と F 1 2 光源での肌の色が Y G 味になってお

り、肌色の再現性が低下している。

【0053】

そこで、本実施形態でも、F6光源用の色差マトリクスとF12光源用の色差マトリクスを、上記のD65光源用に最適化した色差マトリクスの他に用意し、F6光源やF12光源が光源種別判定回路49によって検出されたとき色差マトリクス回路48で用いる色差マトリクスを切り替える様にした。

【0054】

この結果が、図6に○印で示され、分光感度G4であっても、肌色の再現性が改善されるのが分かる。また、次の表3に示す様に、一般色の色相再現忠実度も良好になるのが分かる。

【0055】

【表3】

G4およびG4/CMTX切替の一般色再現性
約210色の一般色の平均色相差(被写体色との色相の差の平均)

	D65	F6	F12
CMTX固定	2.13	6.09	5.32
CMTX切替	2.13	3.67	2.94

【0056】

(第3実施形態)

図7は、本発明の第3実施形態に係るデジタルスチルカメラの赤色に対する分光感度を示すグラフである。この実施形態では、普通の分光感度R(図3のRと同じ)に対して、点線で示す様に、短波長側にブロード化した分光感度R2を用いている。緑色の分光感度としては、第2実施形態の分光感度G4(図5参照)を用い、青色の分光感度Bは図3の分光感度Bと同じである。

【0057】

赤色のピーク感度を“100”としたとき、575nmでの感度は、分光感度R2で“61”、分光感度Rで“10”である。

【0058】

これらの分光感度R2、G4、Bで、太陽光(D65)撮影での色再現性が良好になるように色差マトリクスC—MTXを最適化し、このC—MTX固定にて

、各種光源（D 7 5，D 6 5，D 5 0，A 光源（タングステン），F 6 光源，3 波長型昼光色蛍光灯，F 1 2 光源）で撮影したときの肌色の撮影光源依存性（色相角差）を調べた結果が図 8 の×印である。

【0 0 5 9】

この図 8 によれば、赤色の短波長側へのブロード化を図った分光感度 R 2 と、緑色の長波長側へのブロード化を図った分光感度 G 4 との組み合わせでは、特に F 6 光源において肌色の Y G 味が酷くなっているのが分かる。

【0 0 6 0】

そこで、本実施形態でも、F 6 光源用の色差マトリクスと F 1 2 光源用の色差マトリクスを、上記の D 6 5 光源用に最適化した色差マトリクスの他に用意し、F 6 光源や F 1 2 光源が光源種別判定回路 4 9 によって検出されたとき色差マトリクス回路 4 8 で用いる色差マトリクスを切り替える様にした。

【0 0 6 1】

この結果が、図 8 に○印で示され、分光感度 G 4，R 2 の組み合わせでは、肌色の再現性が改善され、特に肌色は太陽光で撮影した場合と同様に良好となる。また、次の表 4 に示す様に、一般色の色相再現忠実度も良好になる。

【0 0 6 2】

【表 4】

G4R2およびG4R2/CMTX切替の一般色再現性
約210色の一般色の平均色相差(被写体色との色相の差の平均)

	D65	F6	F12
CMTX固定	2.14	6.36	4.83
CMTX切替	2.14	3.53	3.01

【0 0 6 3】

（第 4 実施形態）

上述した各実施形態では、固体撮像素子で撮像した一画面を例えば $8 \times 8 = 64$ の領域に分割し、各分割領域における $\Sigma R / \Sigma G$ のデータと $\Sigma B / \Sigma G$ のデータの組の分布から、光源種別を求めている。しかし、斯かる従来方法で高精度に F 6 光源，F 1 2 光源を識別するのが困難な場合がある。例えば、薄暗い森陰での葉緑いっぱいシーンは、F 6 光源下の通常のシーンと区別するのが困難な場

合がある。

【0064】

そこで本実施形態では、光源種識別センサをカメラに設け、F6光源やF12光源を高精度に識別することで、上述した実施形態と同様に、RやGの分光感度のブロード化を図ってカメラ感度を高感度にした場合でも、色再現性が低下しないようにしている。

【0065】

前述した図17は、各種光源の相対放射エネルギー分布を照度を揃えて比較したグラフである。光源としては、D55（太陽光）、D75（太陽光）、A（タンゲステン光）、F6（普通型白色蛍光灯）、3波長型昼白色蛍光灯、F12（3波長型電球色蛍光灯）の6種類を図示している。

【0066】

この図17を見ると、太陽光（およびA光源）と、F6光源やF12光源を高精度に識別するには、以下のようなセンサを設けるのが良いことが分かる。

【0067】

- ① 蛍光灯と太陽光（およびA光源）を識別する赤外センサあるいは主として400nm以上で感度を有するセンサ（以下、このセンサをSLRと表す）。

【0068】

- ② 太陽光（およびA光源）と、F6光源と、3波長型蛍光灯とを識別する主として580nm付近に感度を有するセンサ（以下、このセンサをS580と表す）。

【0069】

- ③ 太陽光（およびA光源）と、F6光源と、3波長型蛍光灯とを識別する主として520nm付近に感度を有するセンサ（以下、このセンサをS520と表す）。

【0070】

- ④ 上記の①②③の任意の組み合わせなどがある。

【0071】

これらのセンサは、CCDやCMOSと別個にカメラに設けることもできるし、また、CCDやCMOSなどの固体撮像素子に一体に組み込んで設けることもできる。本実施形態のデジタルスチルカメラは図1の構成をとるが、固体撮像素子は、光源種識別センサが一体に組み込まれている。

【0072】

図9は、本実施形態に係る固体撮像素子の概略平面図である。この固体撮像素子11は、図15で説明したハニカム配置のR、G、B画素が縦横に多数搭載されているが、本発明の固体撮像素子はハニカム配置に限定されるものではなく、ベイヤー方式の固体撮像素子にも適用できるものである。

【0073】

固体撮像素子11は、カラー画像を撮像する有効画素領域2が中央の大部分を占めており、その周囲に、有効画像領域2の周辺画素における同時化处理などを行うための無効画素領域3が設けられ、無効画素領域3の周囲に、撮影光が入射しない暗ノイズ検出用画素領域4が設けられ、これらの各領域2、3、4の画素から垂直転送路に読み出された信号電荷が水平転送路5に転送され、水平転送路5から固体撮像素子11の外部に出力される様になっている。

【0074】

本実施形態に係る固体撮像素子11では、無効画素領域3の周辺領域3a（斜線で示す領域）すなわち暗ノイズ検出用画素領域4より内側で撮影光が入射する矩形の領域3aの全周に渡る画素に、R、G、Bとは異なる色フィルタを設けている。この色フィルタは撮影光源種を識別するためのものであり、この色フィルタが設けられた画素の分光感度を、以下、R、G、Bの次の第4分光感度ということにする。

【0075】

光源種識別センサからの出力を単独で用いても光源種別は識別できない。他の画素のR、G、B出力との比較演算によって識別を行なう。具体的には、光源種識別センサからの出力をX4とし、R、G、Bの出力をXr、Xg、Xbとすると、

$$M = X4 / (k_r \cdot X_r + k_g \cdot X_g + k_b \cdot X_b)$$

なる比の値Mを計算するのである。 k_r , k_g , k_b は係数であり、予め最適な値に決めてカメラに設定しておく。

【0076】

また、必要に応じて、分子の X_4 の代わり、
 $(X_4 - k_{r2} \cdot X_r - k_{g2} \cdot X_g - k_{b2} \cdot X_b)$
 を用いることもできる。 k_{r2} , k_{g2} , k_{b2} は係数である。

【0077】

分子にこのような引き算を導入するのは、光源種識別センサの分光感度がブロードであったり、余分な波長域での感度がある場合に、その余分な感度をキャンセルするのに有効だからである。

【0078】

このようにして求めた比の値Mによる光源種別の判定と、従来からの判定方法とを組合わせて用いると、3波長型蛍光灯のなかの色温度の違いも高精度に識別でき、より好ましい。

【0079】

図10は、光源種識別センサとして第4分光感度を固体撮像素子の無効画素領域3aに設けたときのカメラ感度を示す図である。緑色の感度は図示を省略しているが、第2実施形態の G_4 と同じである。

【0080】

第4の分光感度の出力 X_4 と、その近傍のR, G, Bのピクセルの出力 X_r , X_g , X_b を用い、次式に示す比の値M

$$M = \frac{(X_4 - k_{r2} \cdot X_r - k_{g2} \cdot X_g - k_{b2} \cdot X_b)}{(k_r \cdot X_r + k_g \cdot X_g + k_b \cdot X_b)}$$

を算出した。

【0081】

図11は、この比の値Mが、撮影光源種毎にどのような値となるかを示す図である。ここで、 $k_{r2}=0.66$, $k_{g2}=0$, $k_{b2}=0.17$, $k_r=0.3$, $k_g=1$, $k_b=0$ である。

【0082】

一般に、撮影した画像の画素を多数混合するとその色はグレーになる傾向があり、図11にて○印で示すグレーのデータは、一般撮影シーンを代表しているといえる。また、緑いっぱいのシーン(×印)は、撮影光源の識別が困難とされているが、この第4分光感度を用いると、比の値Mの違いによって精度良く識別できることが分かる。さらに、人間の肌色のアップ撮影においても、図11の四角印に示す通り蛍光灯の種別を識別できることが分かる。

【0083】

本実施形態では、この比の値Mと、従来の光源種の識別方法とを組合わせ、撮影光源がF6光源であるかF12光源であるか、それ以外の光源であるかを図2の光源種判定回路に自動的に判断させる。そして、予めカメラに記憶させているF6光源用色差マトリクス、F12光源用色差マトリクス、その他の光源用の色差マトリクスを光源種別に合わせて切り替え、色差マトリクス回路48で色調補正を行う構成とする。

【0084】

これにより、本実施形態では、R感度やG感度をブロード化してカメラ感度を向上させても、高精度に光源種を識別して色調補正で使用する色差マトリクスを的確に選択できるため、色の再現性を良好に保つことが可能となる。

【0085】

本実施形態では、第4分光感度の一例として図10に点線で示す例を上げたが、第4分光感度はこの例に限られるものではなく、種々のものが考えられる。例えば図12に点線で示す第4分光感度は、分光感度Rと第4分光感度とから上記のセンサS580を構成する例である。また、図13に示す第4分光感度は、上記のセンサSLRである。

【0086】

更に、図14は、6種類の顔料(PY139, PY185, PB15:6, PG7, PR122, PR224)を混合して製造した第4分光感度を示す図である。上記の6種類の顔料を混合することで、特性線Iに示す分光感度が得られ、520nm付近の感度以外に余分な感度を有している。しかし、上述した様に、R, G, Bの分光感度を差し引くことで、特性線IIに示す分光感度が得られる。

【0087】

この特性線IIを見て分かるとおり、この実施形態の光源種識別用フィルタは、520nm前後の波長範囲の他に、640nm以上の波長を透過する様になっている。図17によれば、640nm以上の波長が蛍光灯に含まれないため、本実施形態では、主に2つの波長域（520nm前後と640nm以上）で光源種の識別を行うことができる。

【0088】

以上述べた各実施形態に係るデジタルカメラによれば、R、Gの各分光感度をブロード化してカメラ感度を高感度にしても、光源種に対応した色差マトリクスを用いて色調補正を行うため、色の再現性を良好に保つことが可能となる。

【0089】

尚、上述した比の値Mの計算で用いるR、G、Bの出力値は、光源種識別用の画素の近傍のR、G、B画素から求めるのが好ましい。比の値Mの分子の値を求める光と、分母の値を求める光とが同じ箇所から発した光となり、より高精度に光源種の識別が可能になるためである。

【0090】

また、光源種識別用の画素すなわち、図9に示す領域3aは、上記実施形態では無効画素領域の全周に渡って連続的に設けたが、必ずしもこれに限るものではなく、離散的位置に設けたり、ある箇所に集合的に設けることでもよい。比の値Mの分母となるR、G、Bの画素混合を行う領域の設定も任意である。例えば、無効画素領域全体のR、G、B画素の出力を1つに混合して用いても良い。

【0091】

更にまた、上述した実施形態では、固体撮像素子のフォトダイオードに設けるR、G、Bの色フィルタの代わりに光源種識別用フィルタを設けることで光源種識別センサを製造したが、固体撮像素子のチップ加工時にチップのカバーガラス上の一部に必要な分光特性を有する顔料等を塗布したり貼り付けたりして光源種識別用フィルタを設けることでもよい。

【0092】

また、Bの分光感度のブロード化も本発明に組み合わせて実施することができ

る。更には、Gの分光感度の短波長側へのブロード化や、Rの分光感度の長波長側へのブロード化等も任意に本発明に組み合わせて用いることが可能である。いずれにしても、光源種毎に最適化したC—MTXを用いることで、色再現性を良好にすることができる。

【0 0 9 3】

【発明の効果】

本発明によれば、カメラ感度の高感度化と色再現性の良好化を共に図ることができるデジタルカメラを提供可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態に係るデジタルカメラのブロック構成図である。

【図 2】

図 1 に示すデジタル信号処理部の詳細構成図である。

【図 3】

図 1 に示すデジタルカメラの赤色、緑色、青色の各分光感度を示すグラフである。

【図 4】

図 1 に示すデジタルカメラにおける肌色の撮影光源依存性を示すグラフである。

【図 5】

本発明の第 2 実施形態に係るデジタルカメラの緑色の分光感度を示すグラフである。

【図 6】

本発明の第 2 実施形態に係るデジタルカメラにおける肌色の撮影光源依存性を示すグラフである。

【図 7】

本発明の第 3 実施形態に係るデジタルカメラの赤色の分光感度を示すグラフである。

【図 8】

本発明の第 2 実施形態に係るデジタルカメラにおける肌色の撮影光源依存性を示すグラフである。

【図 9】

本発明の第 4 実施形態に係るデジタルカメラで使用する固体撮像素子の概略平面図である。

【図 10】

本発明の第 4 実施形態に係るデジタルカメラに設けた光源種識別センサの第 4 分光感度を示すグラフである。

【図 11】

本発明の第 4 実施形態に係るデジタルカメラにおける光源種識別結果を示すグラフである。

【図 12】

光源種識別センサの第 4 分光感度の別例を示すグラフである。

【図 13】

光源種識別センサの第 4 分光感度の更に別例を示すグラフである。

【図 14】

光源種識別センサの第 4 分光感度の更に別例を示すグラフである。

【図 15】

固体撮像素子の一例の画素配置図である。

【図 16】

固体撮像素子の R, G, B 画素の分光感度とそのブロード化を説明するグラフである。

【図 17】

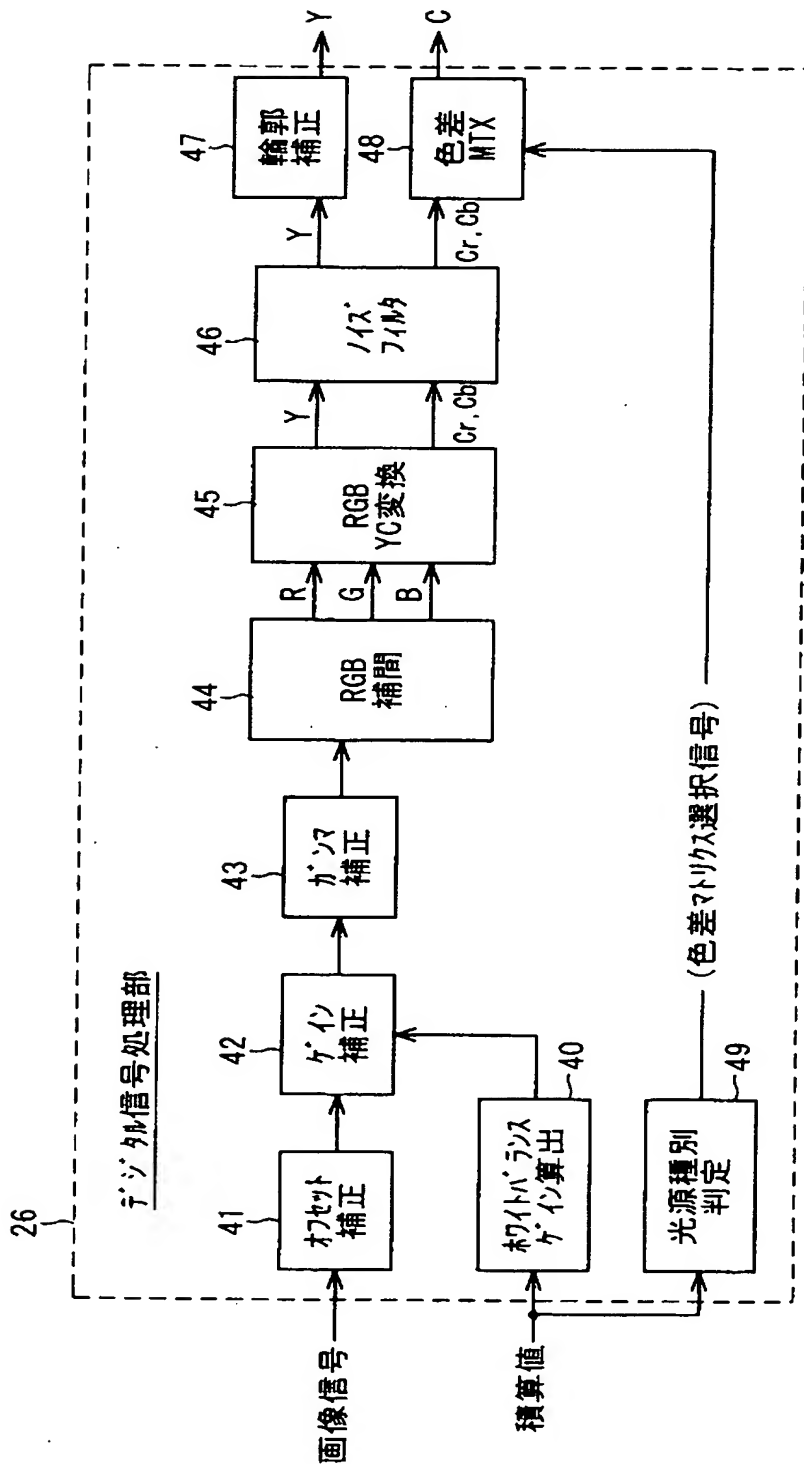
各種光源の相対放射エネルギー分布を照度を揃えて比較したグラフである。

【符号の説明】

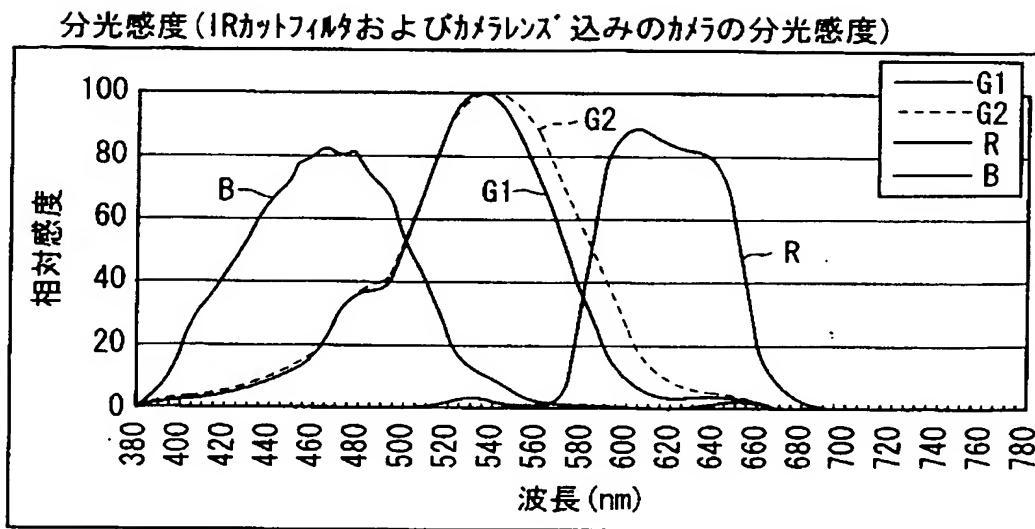
- 2 有効画素領域
- 3 無効画素領域
- 3 a 光源種識別用の画素領域

- 4 暗ノイズ検出用画素領域
- 5 水平転送路
- 1 0 レンズ
- 1 1 固体撮像素子
- 1 5 C P U
- 2 6 デジタル信号処理部
- 2 8 積算部
- 4 8 色差マトリクス回路
- 4 9 光源種別判定回路

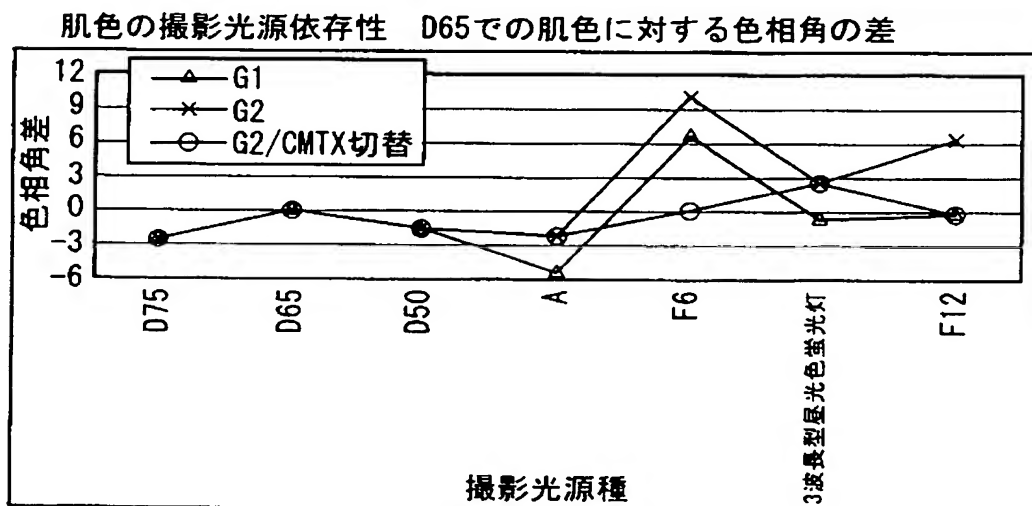
【図2】



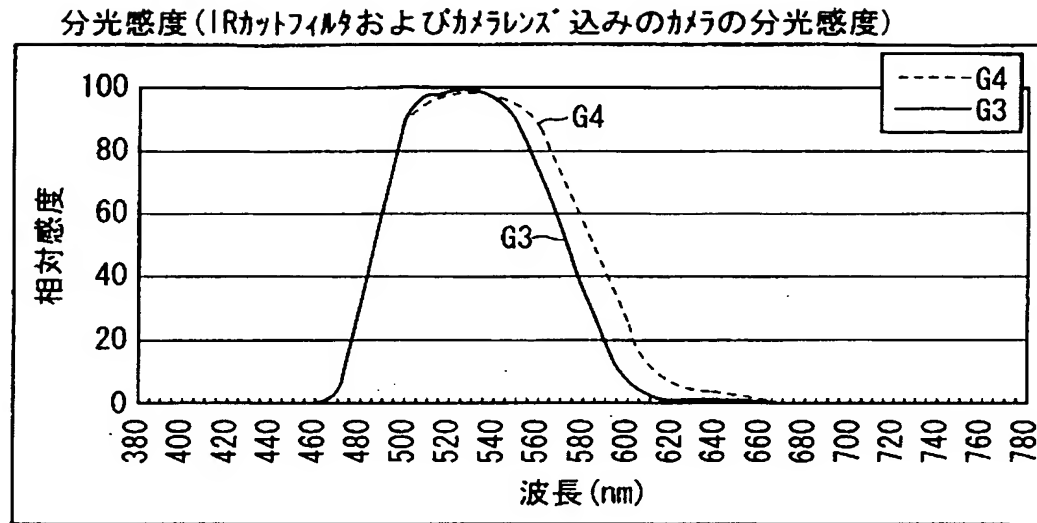
【図 3】



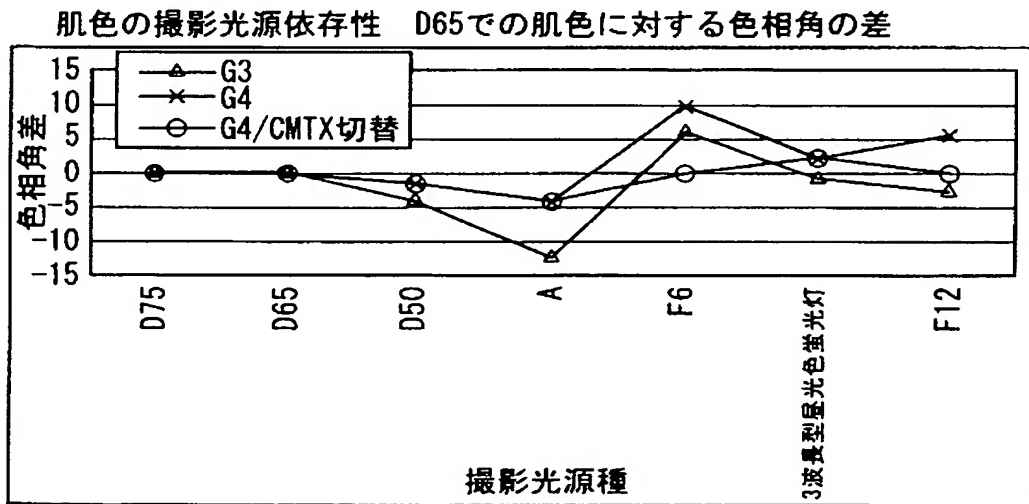
【図 4】



【図 5】

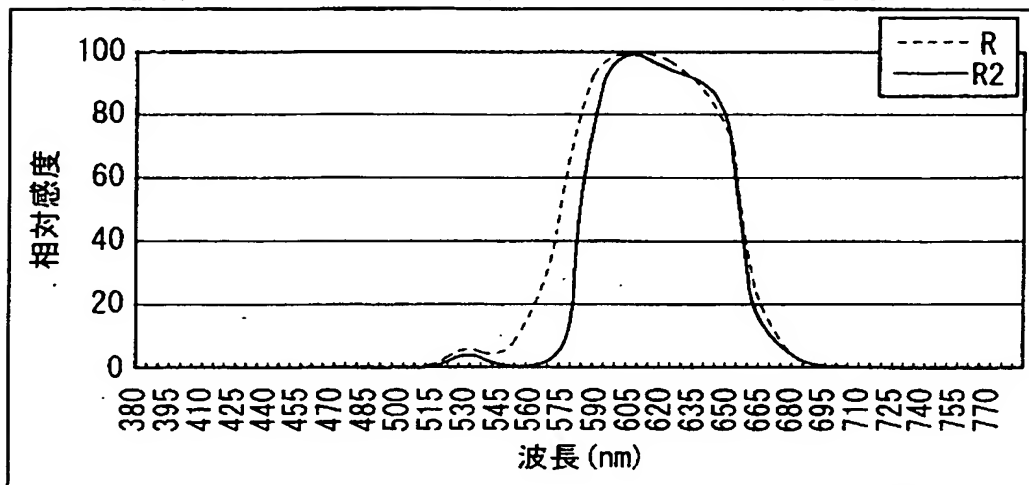


【図 6】



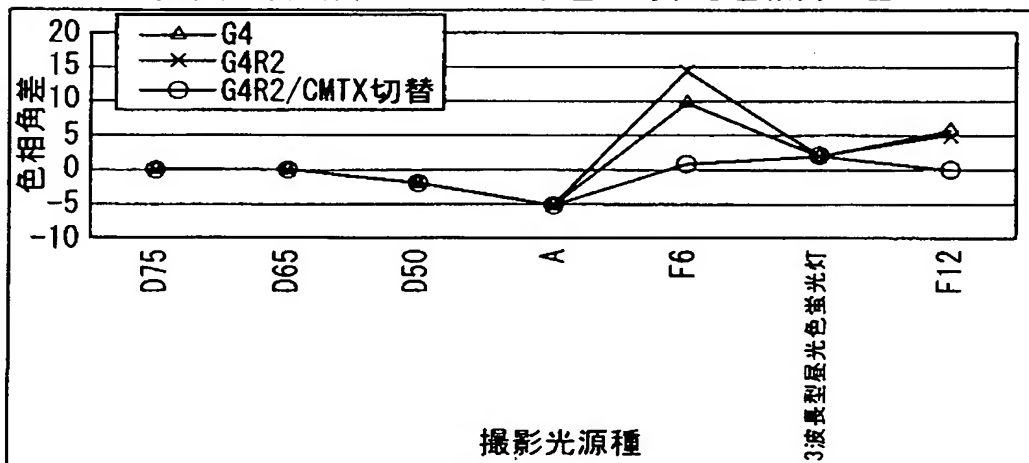
【図 7】

分光感度 (IRカットフィルタおよびカメラレンズ 込みのカメラの分光感度)

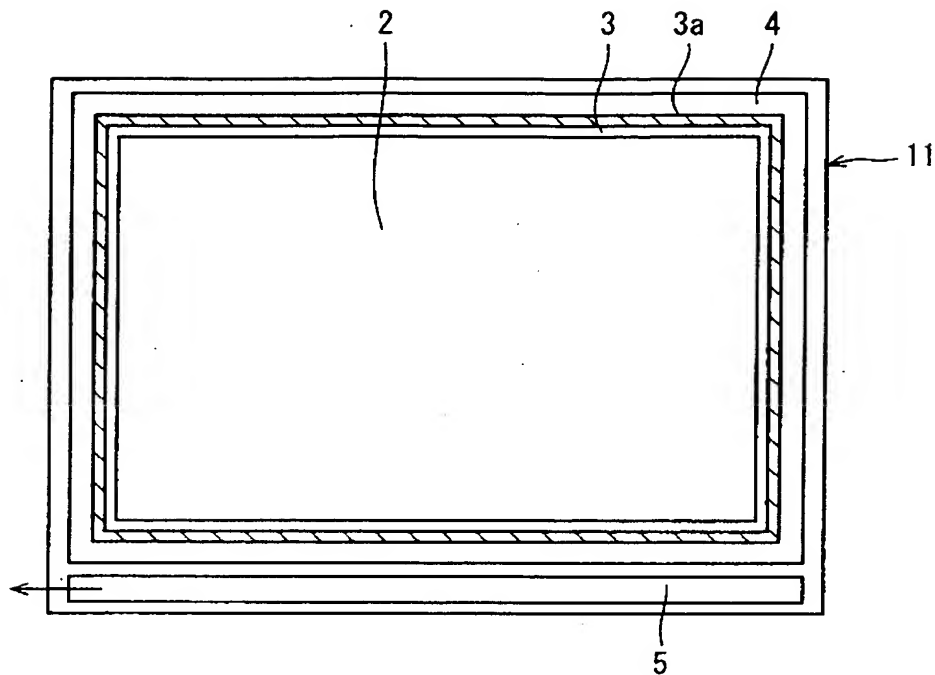


【図 8】

肌色の撮影光源依存性 D65での肌色に対する色相角の差

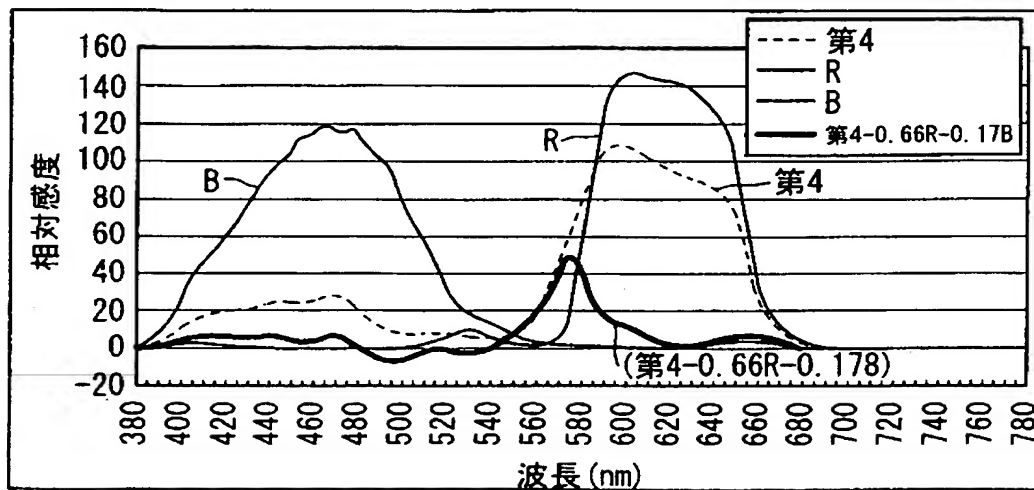


【図 9】



【図 10】

無効画素領域の第4分光感度およびその近傍のB, R分光感度
 (IRカットフィルタおよびカメラレンズ 込みのカメラの分光感度)
 分光感度はD55にてWBをあわせて表示している。
 S580+SLR (=第4-0.66R-0.13B) の例

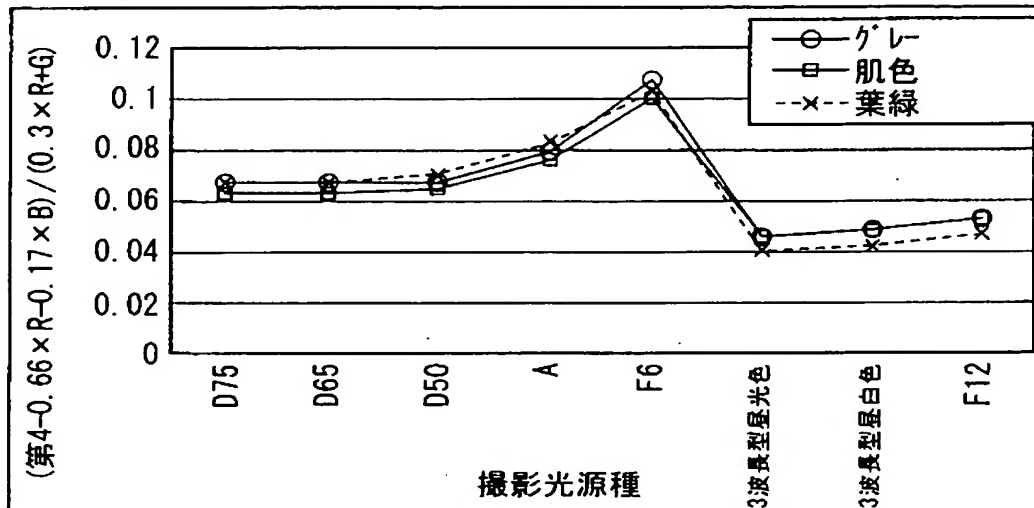


【図 1 1】

第4分光感度による光源識別

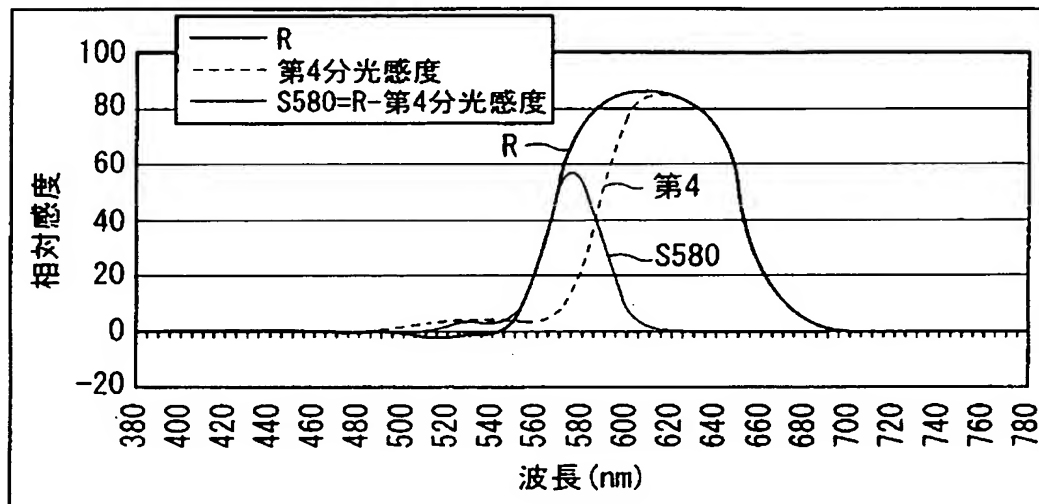
$$(X_4 - k_{r2} \cdot X_r - k_{g2} \cdot X_g - k_{b2} \cdot X_b) / (k_r \cdot X_r + k_g \cdot X_g + k_b \cdot X_b)$$

$$k_{r2}=0.66, k_{g2}=0, k_{b2}=0.17, k_r=0.3, k_g=1, k_b=0$$



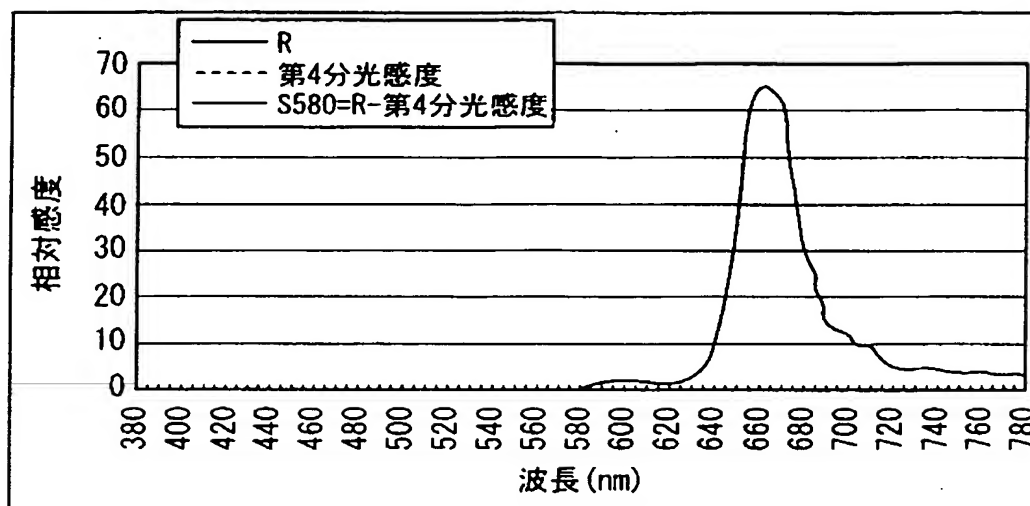
【図 1 2】

第4分光感度: S580の例

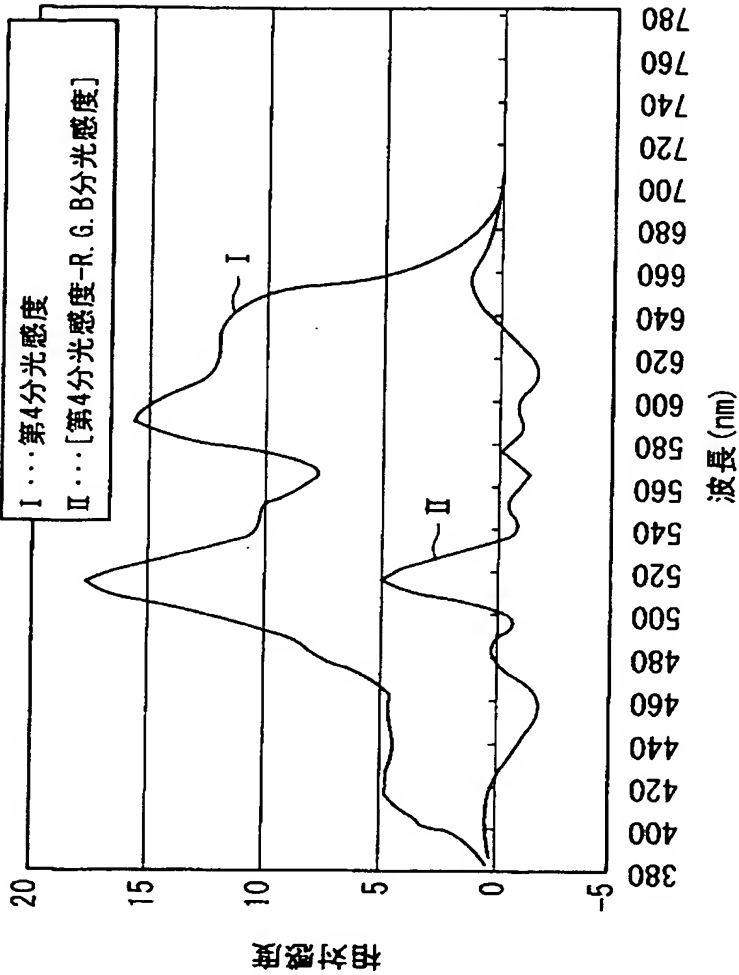


【図 13】

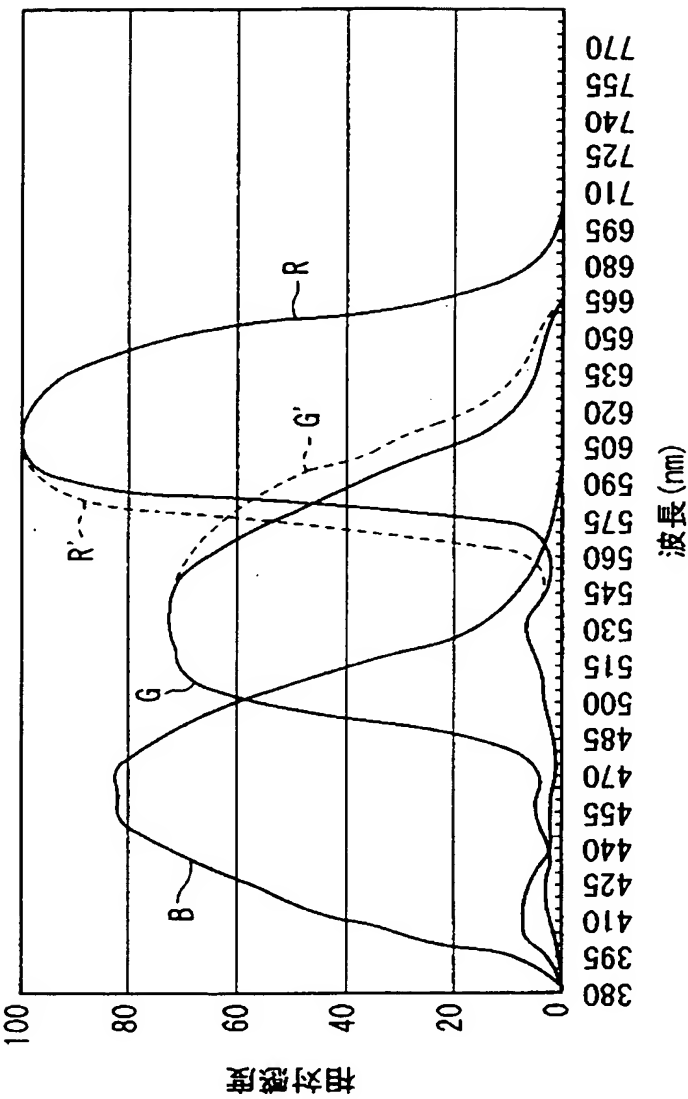
第4分光感度:SLRの例



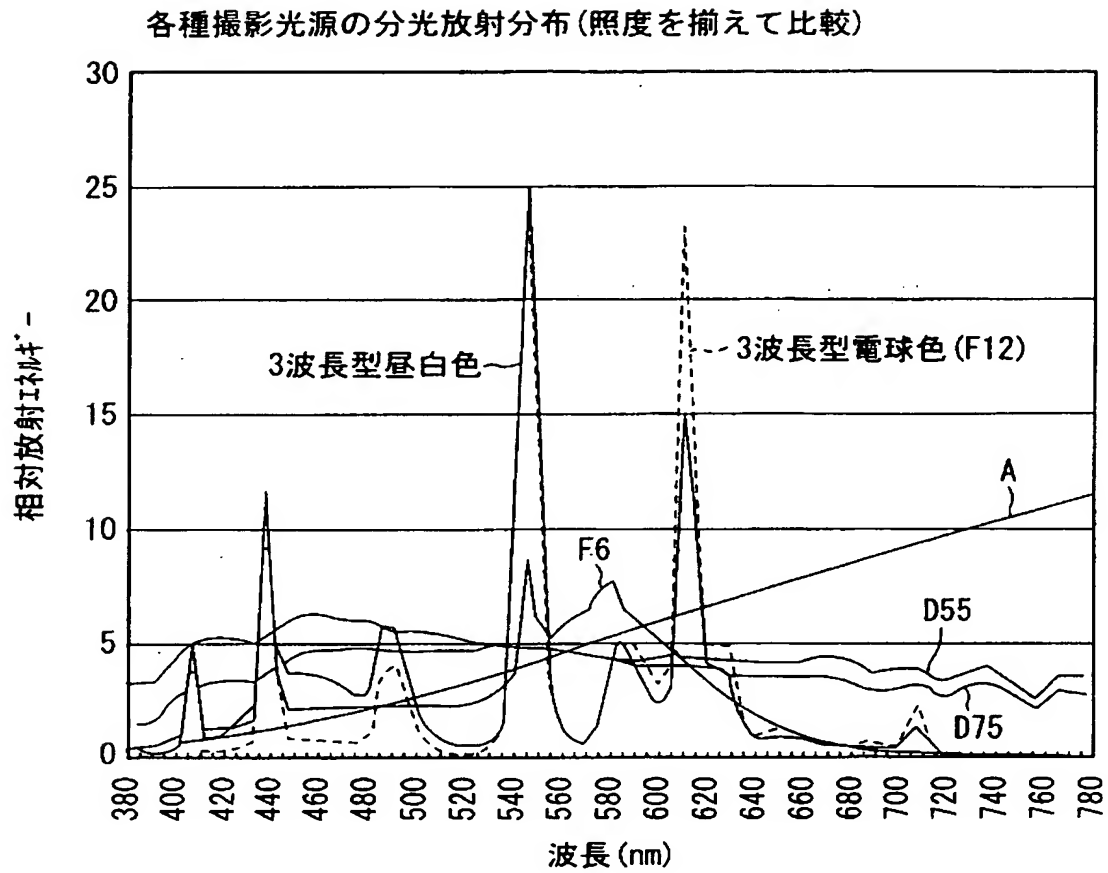
【図 14】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 デジタルカメラによって撮像されたカラー画像の色再現性を高め、カメラ感度を高感度化した場合でも特に肌色の再現性を良くする。

【解決手段】 カラー画像撮像素子から出力される色信号を輝度信号と色差信号とにRGB／YC変換回路45で分離し該色差信号に対して色差マトリクスを乗算して色調補正を行うデジタルカメラにおいて、撮影光源が太陽光のときの色差マトリクスと太陽光以外の特定光源のときの色差マトリクスとを用意し、撮影時の光源が太陽光であるか前記特定光源であるかを光源種別判定回路49で判定し、この判定結果によって前記色調補正を行う色差マトリクスを色差マトリクス回路48で切り替える。

【選択図】 図2

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-260163
受付番号	50201330304
書類名	特許願
担当官	工藤 紀行 2402
作成日	平成 14 年 9 月 19 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	391051588
【住所又は居所】	宮城県黒川郡大和町松坂平 1 丁目 6 番地
【氏名又は名称】	富士フイルムマイクロデバイス株式会社

【特許出願人】

【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地
【氏名又は名称】	富士写真フイルム株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100105647
【住所又は居所】	東京都港区赤坂一丁目 1 2 番 3 2 号 アーク森ビル 2 8 階 栄光特許事務所
【氏名又は名称】	小栗 昌平

【選任した代理人】

【識別番号】	100105474
【住所又は居所】	東京都港区赤坂 1 丁目 1 2 番 3 2 号 アーク森ビル 2 8 階 栄光特許事務所
【氏名又は名称】	本多 弘徳

【選任した代理人】

【識別番号】	100108589
【住所又は居所】	東京都港区赤坂 1 丁目 1 2 番 3 2 号 アーク森ビル 2 8 階 栄光特許事務所
【氏名又は名称】	市川 利光

【選任した代理人】

【識別番号】	100115107
【住所又は居所】	東京都港区赤坂 1 丁目 1 2 番 3 2 号 アーク森ビル 2 8 階 栄光特許事務所
【氏名又は名称】	高松 猛

次頁有

認定・付加情報（続き）

【選任した代理人】

【識別番号】 100105647

【住所又は居所】 東京都港区赤坂一丁目 1 2 番 3 2 号 アーク森ビ
ル 2 8 階栄光特許事務所

【氏名又は名称】 小栗 昌平

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 6 0 1 6 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 1 0 5 1 5 8 8]

1. 変更年月日

1 9 9 1 年 7 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

宮城県黒川郡大和町松坂平 1 丁目 6 番地

氏 名

富士フイルムマイクロデバイス株式会社

特願 2 0 0 2 - 2 6 0 1 6 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 0 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県南足柄市中沼 2 1 0 番地

氏 名

富士写真フイルム株式会社